INFLAMMATION DU GRISOU

PAR LES

Filaments incandescents des lampes électriques

PAR

EMMANUEL LEMAIRE

Ingénieur au Corps des Mines
Attaché au Service des Accidents miniers et du Grisou
(Siège d'expériences de l'État à Frameries)
Professeur à l'Université de Louvain.

MINISTÈRE
DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL

ADMINISTRATION DES MINES

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU

Siège d'expériences de Frameries

INFLAMMATION DU GRISOU

PAR LES

Filaments incandescents des lampes électriques

PAR

EMMANUEL LEMAIRE
Ingénieur au Corps des Mines
Attaché au Service des Accidents miniers et du Grisou
(Siège d'expériences de l'État à Frameries)
Professeur à l'Université de Louvain.

EXTRAIT DES *Annales des Mines de Belgique*, t. XVI

BRUXELLES
IMPRIMERIE L. NARCISSE
Rue du Presbytère, 4, Ixelles

1911

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU

Siège d'expériences de Frameries

INFLAMMATION DU GRISOU

PAR LES

Filaments incandescents des lampes électriques

PAR

EMMANUEL LEMAIRE

Ingénieur au Corps des Mines
Attaché au Service des Accidents miniers et du Grisou
(Siège d'expériences de l'État à Frameries)
Professeur à l'Université de Louvain.

INTRODUCTION

Les lampes électriques portatives présentent de sérieux avantages sur les lampes de sûreté ordinaires, pour l'éclairage des mines à grisou. Leur degré de sûreté est plus grand, car le foyer lumineux n'a aucune communication avec l'air de la mine et le danger n'augmente pas avec la teneur en méthane et la vitesse du courant d'air. Elles ne renferment pas de parties délicates, telles que des toiles métalliques faciles à détériorer et exigeant une surveillance journalière très attentive. Elles ne s'éteignent pas, ce qui dispense du rallumage intérieur et permet aux ouvriers d'effectuer plus facilement leur retraite en cas d'accident.

Elles ont par contre l'inconvénient d'avoir un poids notablement supérieur à celui des lampes de sûreté ordinaires et de ne pas donner d'indication sur la présence du grisou. On peut, il est vrai, remédier à ce dernier inconvénient par l'emploi simultané de quelques lampes de sûreté ordinaires, servant de grisoumètres.

Une lampe électrique de mine bien construite, c'est-à-dire robuste, sans courts-circuits possibles, et dans laquelle les étincelles de fermeture et d'ouverture du circuit ne peuvent se produire qu'en vase clôs, ne présente qu'un seul danger : celui de la rupture de l'ampoule. La réalité de ce danger, auquel il est facile de remédier en entourant l'ampoule d'une enveloppe protectrice en verre épais, qui l'isole de l'atmosphère ambiante, a même été contestée et des avis contradictoires ont été formulés à ce sujet.

Nous donnons dans la présente note, le détail des essais principaux, qui ont été faits au Siège d'expériences de l'Etat à Frameries, pour élucider ce point, sur lequel la catastrophe survenue, le 7 juillet 1905, au Charbonnage du Bois de La Haye, à Anderlues, avait tout spécialement attiré l'attention (1).

CHAPITRE PREMIER

Inflammation des gaz combustibles par les fils métalliques incandescents.

On sait depuis longtemps que les fils métalliques incandescents peuvent allumer les gaz combustibles et que la température à laquelle ils doivent être portés pour produire cet effet, dépend de leur diamètre et de la nature des gaz.

Davy a montré, en effet, qu'un fil de fer de 1/40 de pouce de diamètre (0.63 millimètre), porté au rouge cerise,

---

(1) Voir *Ann. des Mines de Belgique*, t. XV, pp. 576 et suiv., « Les accidents du grisou » (Watteyne et Breyre).

enflammait un jet d'hydrogène s'échappant dans l'air, mais n'enflammait pas un jet d'éthylène. Celui-ci s'enflamme au contact d'un fil de 1/8 de pouce de diamètre (3 $^{m}/_{m}$ 17), chauffé à la même température. Un fil de fer de 1/500 de pouce d'épaisseur (0.05 millimètre) n'enflamme l'hydrogène qu'au blanc ; il allume au rouge sombre un jet d'hydrogène phosphoré. Au blanc, un fil de 1/40 de pouce de diamètre (0.63 millimètre) n'enflamme pas le grisou ; il enflamme au rouge l'oxyde de carbone (1).

D'autre part, les expériences de M. Hauser, Professeur à l'Ecole des Mines de Madrid, sur l'inflammation du grisou par les conducteurs électriques incandescents ont donné les résultats suivants (2) :

1° Des fils de ferronickel de 0.3 millimètre de diamètre n'ont pas enflammé les mélanges les plus sensibles du grisou artificiel, pas plus avec fusion que sans fusion du métal ;

2° Avec un fil de platine de 0.5 millimètre de diamètre, chauffé progressivement jusqu'au rouge, l'inflammation du mélange à 7 ou 7.5 % de grisou naturel, a été obtenue six fois sans aucun raté et sans fusion du fil, qui brillait d'un vif éclat au moment où allait se produire l'explosion.

Avec des fils de platine de 0.2 millimètre de diamètre et du grisou naturel, il y a eu deux inflammations sur trois essais ;

3° Avec des fils de fer doux de 0.9 millimètre de diamètre, les résultats sont très intéressants. En effet, en employant un fil rectiligne horizontal ou incliné ou bien un fil incurvé tantôt vers le haut, tantôt vers le bas, le grisou naturel à 7.2 à 7.5 % s'est allumé 6 fois sur 17 essais, soit dans le 1/3 des cas ; le fil ne fondait pas dans les cas d'inflammation et fondait dans le cas contraire.

---

(1) Wurtz, *Dictionnaire de Chimie*, Combustion.

(2) Denoël, *Annales des Mines de Belgique*, t. XII, 1907, p. 1088.

Par contre, en employant un fil incliné avec une spire au milieu, il y a eu 5 inflammations sur autant d'essais et sans fusion du fil. Dans trois de ces essais, le fil a été employé trois fois de suite et dans un quatrième essai, le fil tordu en spirale a enflammé un mélange qui avait résisté à un fil droit chauffé jusqu'à la fusion ;

4° Comme vérification des expériences précédentes, d'autres ont été faites avec du fil d'acier de 0.6 millimètre de diamètre, avec du grisou artificiel pur sans obtenir d'inflammation dans 4 essais avec un fil droit horizontal de 15 millimètres de longueur, tandis qu'il y a eu inflammation par un fil de 25 millimètres de longueur, incurvé vers le haut.

Avec un fil oblique enroulé en trois spires, deux essais ont été suivis d'explosion et dans un de ces cas le même mélange gazeux avait déjà servi trois fois de suite à des essais jusqu'à fusion d'un fil droit horizontal de 15 millimètres de longueur. Cette dernière expérience a été répétée avec le même résultat dans le grisou naturel.

Il résulte de ces expériences de M. Hauser que les fils incurvés ou enroulés allument plus facilement le grisou que les fils droits et que l'aptitude à l'inflammation des mélanges grisouteux n'est pas la même pour tous les métaux.

En opérant avec des fils de fer de 0.05 à 0.35 millimètre de diamètre, MM. Couriot et Meunier n'ont pas fait détoner le grisou mélangé à l'air, même dans les conditions les plus favorables à l'explosion (1).

Rapprochées des précédentes, ces expériences confirment que l'inflammation des mélanges explosibles est d'autant plus difficile à obtenir que les fils sont plus fins.

On sait qu'un gaz combustible ne s'enflamme en pré-

---

(1) Couriot et Meunier, *Ann. des Mines de Belg.*, t. XIII, p. 87.

sence de l'air que s'il est porté à une certaine température, appelée température d'inflammation. Pour que l'inflammation, mise en un point d'un mélange d'air et de gaz combustible, se propage dans toute la masse, il faut que la chaleur dégagée par la combustion des premières particules, qui s'allument au contact de la source initiale de chaleur, soit suffisante pour porter à la température d'inflammation une masse au moins égale de particules voisines.

Si la proportion de gaz combustibles dans le mélange est faible, et inférieure à 6 % pour les mélanges d'air et de grisou, le mélange brûle simplement dans le voisinage immédiat de la source de chaleur, en formant autour de celle-ci une auréole plus ou moins développée, mais la chaleur dégagée par cette combustion est trop faible pour porter à la température voulue les masses de gaz voisines et l'inflammation ne se propage pas.

Certains faits, et notamment celui que les fils fins incandescents allument plus difficilement le grisou que les fils de plus gros diamètre, tendent à prouver que, même dans un mélange explosible, il est nécessaire qu'une certaine masse de combustible s'allume à la fois, pour que l'inflammation puisse se propager. Si cette masse de gaz est trop faible, la chaleur dégagée par sa combustion est dispersée trop rapidement dans le milieu ambiant, pour que les masses de gaz voisines soient portées à la température d'inflammation.

Plus le fil est gros et plus sa température est élevée, plus le volume de gaz qui s'allume à son contact est considérable. On conçoit dès lors, que les fils de gros diamètre allument plus facilement les mélanges explosibles que les fils plus fins.

On voit parfois dans les essais de lampes de sûreté en courants grisouteux, une flamme en forme de dard très

aigu, sortir par une fente du verre sans allumer le mélange explosible environnant. Il faut admettre que cette flamme communique le feu à une masse trop faible de mélange explosible, pour que l'inflammation se propage.

Le fait que les fils enroulés en spires allument plus facilement le grisou que les fils droits, paraît dû à ce que la masse de gaz combustibles, qui traverse la boucle formée par le fil, est chauffée de tous les côtés par le filament et par la chaleur que dégage la combustion qui se produit au contact du fil et peut être portée ainsi plus facilement à sa température d'inflammation.

L'influence de la masse de matières combustibles allumées à la fois par la cause initiale d'inflammation a déjà été mise en évidence par l'étude des inflammations des poussières.

En se basant sur ce qui vient d'être dit, on peut prévoir la possibilité d'allumer les gaz combustibles par les fils les plus fins à la condition d'élever suffisamment leur température. Toutefois certaines substances sont exposées à fondre avant que la température nécessaire ne soit atteinte.

Les expériences faites au Siège d'Expériences de l'Etat à Frameries, sur les lampes à incandescence, ont montré qu'il en était bien ainsi. En effet, il a été possible d'enflammer les mélanges explosibles d'air et de grisou, au moyen des filaments de toutes les lampes expérimentées, en élevant suffisamment leur température, bien que ces filaments n'eussent que quelques centièmes de millimètre de diamètre.

CHAPITRE II

Lampes à filament de charbon.

Les expériences ont porté sur des lampes de 2 et de 4 volts. Les ampoules, montées sur des lampes Sussmann ou reliées, avec ou sans intercalation de résistance, à une batterie d'accumulateurs permettant de mettre en circuit un ou plusieurs éléments, étaient ouvertes avant leur introduction dans l'appareil d'essais, ou brisées dans le courant grisouteux même, par compression entre les machoires d'un étau. Les expériences ont été faites dans des courants grisouteux de 0.50 à 10 mètres de vitesse, renfermant 8 à 10 % de méthane.

Le voltage et l'ampérage étaient réglés sur la lampe intacte avant les essais ; le voltage était mesuré aux bornes de la lampe ou plus exactement aux bornes où se fixaient les fils de gros diamètre conduisant le courant à celle-ci.

Le courant électrique était supprimé après chaque inflammation de grisou, pour éviter la combustion ou la destruction du filament pendant le temps que demandait l'extinction des flammes dans l'appareil d'essai ; on le rétablissait immédiatement après.

Dans un certain nombre d'essais, la température du filament avant rupture de l'ampoule, a été mesurée au moyen d'un pyromètre à absorption de Féry. Il convient de faire quelques réserves au sujet de ces mesures de températures que le peu de développement des filaments expérimentés rendait difficiles.

Les expériences faites par M. K.-G. Falk au laboratoire de l'Institut physico-chimique de Berlin ou à la Columbia University à New-York, ont montré que la température d'inflammation des mélanges combustibles varie avec la composition de ces mélanges. C'est ainsi qu'un mélange

renfermant 50 % d'hydrogène et 50 % d'oxygène, s'allume à 788°, alors que le mélange à 80 % d'hydrogène et 20 % d'oxygène ne s'allume qu'à 878°. Un mélange à 66 % d'oxyde de carbone et 34 % d'oxygène s'enflamme à 875° alors que le mélange à 50 % d'oxyde de carbone et 50 % d'oxygène ne s'allume qu'à 915° (1).

Pour les mélanges d'air et de grisou, les expériences effectuées à Frameries, préalablement aux essais sur les explosifs, ont montré que la teneur de plus grande inflammabilité était comprise entre 7.5 et 8 % de méthane (2).

C'est cette teneur qui a été réalisée dans la plupart des essais auxquels ont été soumises les lampes à filament de charbon et dont les tableaux 1 à 7 donnent les détails.

Ces essais ont d'abord montré à l'évidence, qu'il était possible d'allumer les mélanges explosibles d'air et de grisou par l'incandescence d'un filament de charbon.

On voit en effet, en examinant les tableaux d'essais, que de très nombreuses inflammations ont été obtenues sans rupture du filament ; dans un essai notamment, le même fil a donné lieu à 42 inflammations consécutives sans se briser.

Il est donc acquis qu'un filament de charbon incandescent peut allumer le grisou et que ce n'est pas nécessairement l'étincelle produite au moment de la rupture du fil qui détermine cette inflammation.

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, la combustion d'un filament de charbon dans l'air demande parfois plusieurs minutes ; le temps nécessaire dépend de la température à laquelle il est porté, mais ce temps est toujours très appréciable.

La température à laquelle le filament est soumis normalement, varie parfois très notablement d'un type de lampe

---

(1) *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, t. XV, p. 215.

(2) Watteyne et Stassart, *Ann. des Mines de Belg.*, t. X, pp. 1069 à 1079.

à l'autre, tout au moins pour les lampes à bas voltage qui ont été expérimentées ; de plus, certaines lampes d'un même type ont une résistance électrique plus grande que d'autres, comme on peut s'en assurer en consultant les tableaux d'essais ; les températures de leur filament peuvent donc différer pour le même voltage appliqué à leurs bornes. C'est une première cause du défaut de concordance absolue dans les résultats obtenus.

Il en est une autre. Au moment où l'air pénètre dans l'ampoule, le refroidissement par convection s'ajoute au refroidissement par radiation et la température du filament diminue instantanément. Quand on serre les machoires de l'étau lentement et avec précaution, la rupture de l'ampoule se fait parfois en deux ou trois fragments seulement. Dans un essai, il a été constaté que ces fragments, maintenus par les machoires, étaient restés si bien en contact que l'inflammation ne pouvait pas se communiquer à l'extérieur. On conçoit dès lors, que dans certains cas, l'air extérieur puisse pénétrer dans l'ampoule et abaisser la température du filament avant que les interstices entre les fragments soient suffisants pour que l'inflammation puisse se communiquer à l'extérieur. La manière dont l'ampoule se brise peut donc avoir également une influence sur les résultats.

La température de fonctionnement normal des lampes à filament de charbon, pour une consommation de 3.5 watts par bougie, est évaluée à 1,400° environ par certains auteurs et à 1,600° environ par d'autres. Le Bureau of Standards fixe cette température à 1,800 ou 1,820° (1). Ces différences proviennent vraisemblablement de la difficulté que présente la mesure des hautes températures en général et surtout de la température des filaments incandescents.

---

(1) Garçon, *Applications de la Chimie*, t. II, p. 1411.

Les mesures faites au Siège d'Expériences de l'Etat à Frameries, au moyen du pyromètre à absorption de Féry, ont donné les résultats suivants pour des lampes de 4 volts.

Nos des essais	Voltage V.	Ampérage A.	Pouvoir éclairant U. H.	Puissance par U. H. W.	Température du filament degrés
1	3.70	0.46	0.26	6.5	2110
2	4.00	0.54	0.35	6.2	1940
3	4.00	0.52	0.35	6.0	2040
4	4.00	0.52	0.38	5.5	2000
5	4.00	0.54	0,42	5.1	2060
6	3.15	0.56	0.35	4.9	2360
7	4.00	0.60	0.50	4.8	2120
8	3.92	0.53	0.60	3.5	2300
9	4.00	0.56	0.69	3.2	2350
10	3.80	0.53	0.68	3.0	2370
11	4.00	0.52	0.73	2.7	2400
12	4.00	0.62	1.00	2.5	2450
13	4 40	0.60	1.10	2.4	2530
14	4.00	0.60	1 15	2.1	2570
15	4.00	0.60	1.40	1.7	2550
16	4.70	0.62	2.00	1.5	2675
17	4.40	0.70	2.20	1.4	2690

N. B. — Les ampoules qui ont fait l'objet de ces essais étaient reliées, avec ou sans intercalation de résistances, à une batterie d'accumulateurs permettant de mettre en série un ou plusieurs éléments.

—

Quand on brise une ampoule en milieu grisouteux, ou bien quand on fait passer le courant dans le filament d'une lampe brisée à l'avance, on obtient :

1° Soit la combustion du filament sans inflammation du grisou ;

2° Soit une inflammation retardée, qui survient parfois après plusieurs secondes, sans qu'il y ait nécessairement rupture du fil ;

3° Soit une inflammation immédiate.

Après une série d'inflammations immédiates, il se produit parfois une ou plusieurs inflammations retardées ; parfois aussi le filament achève de brûler sans allumer le grisou. D'autre part, les inflammations retardées sont parfois suivies d'inflammations immédiates ou moins retardées.

L'examen des tableaux relatifs aux essais faits sur des ampoules ouvertes avant d'être introduites dans l'appareil d'essai, montre qu'en survoltant fortement les lampes, on obtient des inflammations immédiates, qu'en les survoltant moins il se produit des inflammations retardées et qu'en ne les survoltant pas ou en descendant en dessous du voltage normal, le filament brûle le plus souvent sans allumer le grisou.

Les inflammations immédiates exigent donc pour se produire, de hautes températures du filament. Pour des températures plus basses, le filament brûle sans allumer le grisou ou bien l'on obtient des inflammations retardées.

En brisant les ampoules dans l'appareil d'essai même, on obtient des inflammations immédiates avec des lampes fonctionnant à leur voltage normal. Pour obtenir la même température du filament, il faut évidemment un courant moins intense quand le filament se trouve dans le vide que quand il se trouve dans l'air.

La température minima nécessaire pour obtenir de telles inflammations est d'environ 2,050°. L'examen du tableau

ci-dessus montre que la plupart des lampes de 4 volts expérimentées fonctionnent normalement à des températures supérieures à cette dernière ; celles dont les filaments ont une température moins élevée, n'ont qu'un pouvoir éclairant infime et leur consommation d'énergie par unité de pouvoir lumineux est excessive.

Il est arrivé souvent anssi que, par la rupture des ampoules dans l'appareil d'essai même, des inflammations retardées ont été obtenues pour des températures très élevées supérieures à 2,050°, mais il y a lieu de croire que la manière dont l'ampoule s'est brisée a influencé ces résultats ainsi qu'il a été expliqué ci-dessus. Il est vraisemblable que la température du fil diminuait avant que l'inflammation put se propager à l'extérieur par les interstices compris entre les fragments de l'ampoule brisée. Pour éviter de trop fréquentes ruptures de filament par chûte des fragments de verre au moment de la rupture des ampoules, on garnissait de mastic les machoires de l'étau de manière à retenir ces fragments. C'est ce qui explique la facilité avec laquelle ceux-ci pouvaient rester en contact.

Les inflammations retardées paraissent dues, tout au moins en partie, à l'influence de la résistance électrique du circuit sur laquelle étaient branchées les ampoules expérimentées.

Cette résistance se compose :

1° De la résistance intérieure de la batterie d'accumulateurs ;

2° De la résistance des conducteurs ;

3° De la résistance intercalée dans la plupart des essais pour régler la différence de potentiel aux bornes de l'ampoule.

La force électromotrice absorbée dans ces résistances diminue quand l'intensité du courant faiblit, et cet affaiblis-

sement de l'intensité se produit au cours des essais quand la combustion du filament diminue son diamètre et augmente sa résistance.

Pendant les essais, la différence de potentiel aux bornes du filament augmente donc de la quantité dont la force électromotrice absorbée dans la résistance extérieure diminue et il peut en résulter une élévation de la température du filament aminci. En observant au moyen d'un pyromètre la combustion d'un filament mis en circuit avec une résistance, on constate que sa température va en augmentant, ce qu'on n'observe pas quand la tension aux bornes de la lampe est constante.

Il semble donc que la résistance du circuit extérieur à la lampe soit, tout au moins en partie, la cause des inflammations retardées. La température du filament, trop basse au début de l'essai pour allumer le mélange explosible, augmente progressivement jusqu'à atteindre le point d'inflammation. Le filament peut donner lieu ensuite à des inflammations immédiates ou moins retardées.

Quand le filament a été très aminci par une série d'incandescences successives, la différence de potentiel aux bornes de la lampe diffère peu de la force électromotrice de la batterie. Le filament se comporte alors comme si la différence de potentiel aux bornes de la lampe était constante ; sa température diminue à chaque incandescence et finalement il achève de brûler sans allumer le grisou.

Les expériences faites sur les lampes ouvertes avant d'être introduites dans l'appareil d'essai, montrent que pour allumer le grisou, il faut survolter d'autant plus fortement les lampes que la vitesse du courant grisouteux est plus grande. Ce résultat dû au refroidissement plus considérable que subit le filament dans les courants de grande vitesse, était à prévoir à priori.

CHAPITRE III

Lampes à filaments métalliques.

On sait que la puissance lumineuse et le rendement des lampes à incandescence augmentent rapidement avec la température à laquelle le filament est porté.

En prenant comme unité l'éclat du platine à sa température de fusion, M. Viole a trouvé les rapports suivants entre les intensités lumineuses et les diverses températures :

Températures	Eclats relatifs
775°	0.00007
956°	0.00120
1035°	0.00450
1500°	0.27100
1775°	1.00000

Pour des températures supérieures à celle qui correspond à une consommation de 3.5 watts par bougie, les lampes à filaments de charbon sont rapidement mises hors d'usage. Pour améliorer le rendement des lampes, on est obligé de recourir à certains métaux très réfractaires, tels que le tungstène, le tantale, l'iridium, l'osmium, le zirconium, etc., dont les filaments peuvent supporter des températures plus élevées sans se détériorer trop rapidement.

L'osmium ne fond qu'à 2,500° environ (1), le tantale entre 2,250° et 2,300° (1), l'iridium à 1,900, d'après Violle, et entre 2,200° et 2,300°, d'après Weyle (2). La température de fusion du tungstène serait de 3,080° d'après Burgess et Waidner (le tantale 2,910°) (1).

---

(1) Berthier. *Les nouveaux modes d'éclairage électrique.*

(2) Moissan.. *Chimie minérale.*

Les lampes à filaments métalliques fonctionnent normalement à des températures très élevées; d'après le Bureau of Standards la température de fonctionnement des lampes au tantale serait de 2,000° et celle des lampes au tungstène de 2,300° (1).

Les mesures de température faites au siège d'Expériences de l'État à Frameries au moyen du pyromètre à absorption de Féry, ont donné les résultats suivants pour des lampes de 2 et de 4 volts

Ampoules A. E. G. de 4 volts.

Nos des essais	Voltage V	Ampérage A.	Pouvoir éclairant U. H.	Puissance par U. H. W.	Température du filament degrés
1	2.90	1.04	0.80	3.90	1970
2	3.00	1.00	1.08	2.77	2070
3	2.95	1.04	1.25	2.45	2120
4	2.95	1.02	1.35	2.22	2175
5	3.55	1.18	2.00	2.10	2265
6	3.02	1.06	1.70	1.75	2200
7	2.95	1.01	1.70	1.88	2350
8	3.67	1.04	2.15	1.74	2315
9	3.00	1.07	1.90	1.69	2345
10	3.45	1.02	2.10	1.67	2190
11	3.35	1.08	2.35	1.54	2420
12	4.05	1.12	3.65	1.23	2450
13	4.55	1.30	6.30	0.94	2835
14	4.65	1.30	6.90	0.88	2830

(1) Garçon, *Applications de la chimie*, t. II, p. 1411.

Ampoules A. E. G. de 2 volts.

Nos des essais	Voltage V.	Ampérage A.	Pouvoir éclairant U. H.	Puissance par U. H. W.	Température du filament degrés
1	1.52	1·30	0.41	4.80	2025
2	1.70	1.30	0.92	2.40	2130
3	1.80	1.56	1.33	2.10	2540
4	2.00	1.50	2.10	1.43	2345
5	2.15	1.60	2.40	1.43	2505
6	2.00	1.50	2 25	1.33	2340
7	2.25	1.70	3.00	1.27	2842
8	2.25	1.62	3.00	1.21	2570
9	2.67	1.82	4.52	1.07	3000

Ampoules Zircon Wolfram, de 4 volts.

Nos des essais	Voltage V.	Ampérage A	Pouvoir éclairant U. H.	Puissance par U. H. W.	Température du filament degrés
1	2.25	0.94	0.45	4.70	1875
2	2.65	1.00	0.73	3.63	1825
3	2.75	1.00	0.80	3.41	1900
4	3.20	1.04	1.60	2.10	2100
5	3 60	1.14	2.30	1.78	2150
6	4.35	1.30	4.30	1.30	2450
7	4.00	1.23	4.73	1.04	2475
8	4.35	1 30	5.71	0.97	2530

Ampoules n° 2, de 4 volts et 0.4 ampère.

Nos des essais	Voltage V.	Ampérage A.	Pouvoir éclairant U. H	Puissance par U. H. W.	Température du filament degrés
1	4.00	0.40	0.38	4.21	1730
2	5.50	0.49	1.10	2.48	2000
3	4.50	0.45	0.88	2.30	1900

Ampoules n° 1, de 2 volts et 0.8 ampère.

Nos des essais	Voltage V.	Ampérage A.	Pouvoir éclairant U. H.	Puissance par U. H. W.	Température du filament degrés
1	1.12	0.58	0.034	18.20	1520
2	2.00	0.81	0.640	2.53	1825

Les tableaux 8 à 20 donnent le détail des essais effectués sur les lampes à filaments métalliques.

En raison de la haute température de leurs filaments, on pouvait prévoir à priori que ces lampes seraient plus dangereuses au point de vue de l'inflammation du grisou que les lampes à filament de charbon. Toutes les lampes à filaments métalliques expérimentées ont allumé le grisou à leur température de fonctionnement normal et même pour des températures inférieures.

Dans un certain nombre de cas, plusieurs inflammations consécutives ont été obtenues avec le même filament, ce qui montre à l'évidence que c'est bien l'incandescence et non pas seulement l'étincelle de rupture qui détermine l'explosion. Un filament notamment a donné lieu à 14 inflammations consécutives avant de se briser. Dans les cas

où on n'obtenait qu'une seule inflammation, il a souvent été constaté qu'un courant continuait à circuler dans le filament après celle-ci, ce qui montre qu'il n'était pas interrompu.

Certains filaments métalliques ont allumé le grisou à des températures pour lesquelles les lampes à filaments de charbon ne présentent aucun danger. Avec les lampes N° 1 notamment des inflammations ont été obtenues dès la température de 1,400°.

CONCLUSIONS

Il résulte de l'ensemble des essais que la rupture de l'ampoule d'une lampe électrique de mine à filament de charbon ou à filament métallique, doit être considérée comme dangereuse, dans une atmosphère grisouteuse.

Il n'est pas impossible de fabriquer des lampes dont les filaments n'atteindraient pas une température dangereuse, mais le pouvoir éclairant de ces lampes serait très faible et la consommation d'énergie, par unité de lumière, serait excessive.

En raison de l'importance que présente un bon éclairage souterrain, il est préférable de ne pas s'engager dans cette voie et de chercher plutôt à obtenir des lampes électriques de mine à pouvoir éclairant élevé, en poussant la température des filaments jusqu'à une limite compatible avec une durée de conservation acceptable. Les tableaux ci-dessus montrent qu'on peut arriver dans ces conditions, à de magnifiques pouvoirs éclairants, mais pour les obtenir il faudrait que l'accumulateur puisse débiter, pendant la durée d'un poste, un courant de 1.5 ampère sous 2 volts ou mieux un courant de 1 ampère sous 4 volts.

Il est indispensable de se prémunir contre le danger résultant de la rupture de l'ampoule, en entourant celle-ci d'un verre épais et solide, à joints hermétiques.

Mons, février 1911.

TABLEAU I. — **Lampes à filament de charbon, de 4 volts et 0.55 ampère.**

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux: Vitesse mèt.	Courant grisouteux: Composition %	Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs V	Voltage V. (avant rupture de l'ampoule)	Ampérage A. (avant rupture de l'ampoule)	Puissance W. (avant rupture de l'ampoule)	Pouvoir éclairant U.H. (avant rupture de l'ampoule)	Puissance par U.H. W. (avant rupture de l'ampoule)	Température du filament degrés (avant rupture de l'ampoule)	Résultats des essais	Observations ● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.
1	1	8	6	4.15	0.58	2.41	»	»	**2150**	●	Inflammation immédiate du grisou. Un courant continue à circuler dans le filament après cette inflammation.
2	1	8	6	4.05	0.57	2.30	»	»	2100	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule sans inflammation du grisou.
3	1	8	6	4.00	0.48	1.92	»	»	1950	○ **10** ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant continue à circuler dans le filament après celle-ci. On diminue la résistance du circuit et on obtient 10 inflammations consécutives.
4	1	8	6	3.75	0.50	1.88	»	»	2000	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule sans inflammation du grisou.
5	1	8	6	3.75	0.50	1.88	»	»	2000	○ **21** ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient **21** inflammations consécutives.
6	1	8	6	3.95	0.50	1.98	»	»	2050	○ **14** ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient **14** inflammations consécutives.
7	1	8	6	3.75	0.50	1.88	»	»	1900	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule puis le filament brûle pendant 330 secondes sans allumer le grisou.

8	1	8	6	3.85	0.52	2.00	»	»	2050	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
9	1	8	6	4.00	0.54	2.16	»	»	2040	○	Id.
10	1	8	6	4.05	0.52	2 11	»	»	2150	○ 42 ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient **42** inflammations consécutives.
11	1	8	6	3.95	0.51	2.01	»	»	2000	○ 21 ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 21 inflammations consécutives.
12	1	8	6	3.90	0.48	1.87	»	»	1970	○ ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient une inflammation.
13	1	8	6	3.75	0.50	1.88	»	»	1968	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
14	1	8	6	3.80	0.50	1.90	»	»	1900	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule; un courant continue à passer dans le filament.
15	1	8	6	3.90	0.50	1 95	»	»	2050	○ 2 ● 2 ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On applique un courant de 6 volts et on obtient 2 inflammations consécutives; on rétablit la résistance primitive et on obtient 2 inflammations consécutives.
16	1	8	6	3 55	0.48	1.70	»	»	1940	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
17	1	8	4	3.55	0.48	1.70	»	»	1800	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
18	1	8	4	3.55	0.46	1.63	»	»	1850	○ ● ○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On applique un courant de 6 volts et on obtient une inflammation. On rétablit le courant primitif, le filament brûle alors pendant 20 secondes sans allumer le grisou.
19	1	8	4	3.57	0.46	1.64	»	»	1790	○ ● ○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. En appliquant un courant de 6 volts, on obtient une inflammation. Après ré abli sement du courant primitif le filament brûle pendant 200 secondes sans allumer le grisou.
20	1	8	4	3.55	0.45	1.60	»	»	1900	○ ● ○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. En appliquant un courant de 6 volts, on obtient une inflammation. Après rétablissement du courant primitif le filament brûle pendant 15 secondes sans allumer le grisou.

Lampes à filament de charbon, de 4 volts et 0.55 ampères (*suite*).

Nos des essais	Courant grisouteux: Vitesse	Courant grisouteux: Composition	Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage (avant rupture de l'ampoule)	Ampérage (avant rupture de l'ampoule)	Puissance (avant rupture de l'ampoule)	Pouvoir éclairant (avant rupture de l'ampoule)	Puissance par U. H. (avant rupture de l'ampoule)	Température du filament (avant rupture de l'ampoule)	Résultats des essais	Observations ● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.
	mèt.	%	V.	V.	A.	W.	U.H.	W.	degrés		
21	1	8	4	3.60	0.46	1.66	»	»	1875	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
22	1	8	6	4.00	0.56	2.24	»	»	2150	○	Rupture immédiate des filaments sans inflammation du grisou.
23	1	8	6	4.00	0.54	2.14	»	»	2110	○	Id.
24	1	8	6	4.00	0.54	2.14	»	»	2060	○ ● ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On applique un courant de 6 volts et on obtient un inflammation. On rétablit la résistance primitive; le voltage s'élève rapidement et le grisou s'allume une deuxième fois au bout de 20 secondes
25	1	8	6	4.10	0.52	2 13	»	»	2150	○ ● ○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On applique un courant de 6 volts e on atteint une nflammation. On rétablit la résistance primitive; un courant de 4.45 volts et de 0.44 ampère circule dans le filament; le voltage monte rapidement tandis que l'ampérage diminue et le filament se brise au bout de 40 secondes sans allumer le grisou.
26	1	8	4	3.90	0.60	2.34	»	»	2050	○	Rupture immédiate du filament.
27	1	8	4	3.90	0.52	2.03	»	»	2000	○ ● ○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On applique un courant de 6 volts et on obtient une inflammation immédiate. On rétablit la résistance primitive; un courant de 3.9 volts et de 0.4 ampère s'établit; l'ampérage diminue peu à peu et le filament se brise au bout de 170 secondes sans allumer le grisou.
28	1	8	6	3.95	0.51	2.03	»	»	1990	○ ● ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On applique un courant de 6 volts et on obtient une inflammation immédiate. On rétablit la résistance primitive; un courant de 4.2 volts et de 0.48 ampère s'établit. L'ampérage diminue peu à peu et le voltage s'élève. Une deuxième inflammation de grisou se produit au bout de 15 secondes.

TABLEAU II. — **Lampes à filament de charbon de 2 volts et 0.64 ampère.**

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté

Nos des essais	Courant grisouteux: Vitesse	Courant grisouteux: Composition	Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Pouvoir éclairant	Puissance par U. H.	Température du filament	Ampérage après rupture de l'ampoule au début de l'essai	Résultats des essais	Observations
	mèt.	%	V	V.	A.	W.	U. H.	W.	degrés			● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.
				avant rupture de l'ampoule								
29	1	8	2.10	2.00	0.56	1.12	»	»	»	»	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
30	1	8	2.10	2.00	0.64	1 28	»	»	»	»	○ **5** ●	Pas d'inflammation; la lampe n'éclaire plus Après 10 secondes l'ampéremètre marque 0.56 A. On porte alors le voltage à 4.2 volts et l'on obtient 5 inflammations consécutives.
31	1	8	2.10	2.00	0.64	1.28	0.1	12.8	1550	»	○ **9** ●	Pas d'inflammation : la température du filament diminue au fur et à mesure que l'ampérage baisse. Après 120 secondes l'ampéremetre marque o.5 A On porte alors le voltage à 4.1 volts et on obtient 9 inflammations consécutives dont les dernières sont moins immediates que les premières.
32	1	8	2.10	2.00	0.72	1.44	»	»	»	»	○	Pas d'inflammation. La température du filament diminue progressivement. Après 90 secondes l'ampéremètre marque 0.4 A. et le filament n'éclaire plus. On porte alors le voltage à 4.2 volts et on obtient une inflammation.
33	1	8	2.65	2.55	0.86	2.17	0.48	4.50	2000		○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
34	1	8	2.65	2.50	0.82	2.05	»	»	**2075**		●	Inflammation immédiate à la rupture de l'ampoule; un courant continue à passer dans le filament après l'inflammation.
35	1	8	2.65	2.47	0.91	2.25	»	»	2125		○	Pas d'inflammation. Un courant continue à passer dans le filament après rupture de l'ampoule.
36	1	8	2.65	2.47	0.88	2.18	»	»	**2100**		● ○	Inflammation immédiate du grisou, puis le filament se brise après un temps très court sans plus allumer le grisou.
37	1	8	2.65	2.47	0.87	2.15	»	»	2010		●	Inflammation avec un retard appréciable accompagnée de la rupture du fil. Elle est peut-être due à l'étincelle de rupture.

N. B. La force électromotrice de 2.65 volts a été obtenue au moyen d'accumulateurs Edison.

TABLEAU III. — **Lampes à filament de charbon de 4 volts et 0.58 ampère.**

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux: Vitesse (mèt.)	Courant grisouteux: Composition (%)	Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs (V)	Voltage (V.) avant rupture de l'ampoule	Ampérage (A.)	Puissance (W.)	Pouvoir éclairant (U. H.)	Puissance par U. H. (W.)	Température du filament (degrés)	Ampérage après rupture de l'ampoule au début de l'essai	Résultats des essais	Observations ● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.
38	1	8	6	3.70	0.46	1.70	0.26	6.50	2110	0.44	○ ● ○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. En diminuant la résistance du circuit on obtient une inflammation. Après rétablissement de la résistance primitive, on obtient plus d'inflammation; le filament brûle dans l'air et se brise après 10 secondes sans allumer le grisou.
39	1	8	6	4.00	0.52	2.08	0.73	2.70	2400	0.52	● 32 ●	Inflammation immédiate du grisou à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 32 inflammations consécutives.
40	1	8	6	3.80	0.53	2.01	0.68	3.00	2370	0.53	○ 20 ● ○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 20 inflammations consécutives. Le filament se brise enfin sans a lumer le grisou après une incandescence de quelques secondes.
41	1	8	6	3.92	0 53	2.08	0.60	3.46	2300	0.52	○ ● ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. En diminuant la résistance du circuit on obtient une inflammation. On rétablit la résistance primitive et on obtient une inflammation après plusieurs secondes pendant lesquelles l'intensité du courant diminuait rapidement. Un courant continue à circuler dans le filament après l'inflammation.
42	1	8	6	4.10	0.55	2.25	0.73	3.10	2370	0.55	○ 26 ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 26 inflammations consécutives.

43	1	8	6	3.15	0.56	1.76	0.34	4.90	2360	0.56	○ ● ● ● 7 ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient une inflammation On rétablit la résistance primitive et on obtient une première inflammation après plusieurs secondes, puis une deuxième avec un retard moindre, puis 7 autres sans retard bien appréciable.
44	1	8	6	4.00	0.56	2.24	0.69	3.24	2350	»	○ 3 ● ○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 3 inflammations consécutives. Le filament se brise ensuite sans allumer le grisou après une incandescence de plusieurs secondes.
45	1	8	6	4.00	0.60	2.40	1.15	2.10	2570	»	○ 9 ●	Inflammation du grisou après un temps appréciable. On diminue la résistance du circuit et on obtient 9 inflammations consécutives.
46	1	8	6	4.40	0.60	2.64	1.10	2.40	2530	»	○ 2 ● ○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 2 inflammations consécutives. Le filament se brise ensuite sans allumer le grisou après une incandescence d'une dizaine de secondes.
47	1	8	6	4.00	0.60	2.40	1.40	1.70	2550	»	● 5 ● ○	Inflammation presqu'immédiate du grisou à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 5 inflammations consécutives. Le filament se brise ensuite sans allumer le grisou après une incandescence de quelques secondes.
48	1	8	6	4.70	0.62	2.91	2.00	1.45	2675	»	● 7 ● ○	Inflammation immédiate du grisou à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 7 inflammations consécutives. Le filament se brise ensuite sans allumer le grisou après une incandescence de plusieurs secondes.
49	1	8	6	4.00	0.62	2.48	1.00	2.48	2450	»	● 7 ●	Inflammation presqu'immédiate du grisou à la rupture de l'ampoule. On diminue la résistance du circuit et on obtient 7 inflammations consécttives.
50	1	8	6	4.40	0.70	3.08	2.20	1.40	2690	»	● 10 ● ○	Inflammation immédiate du grisou à la rupture de l'ampoule On diminue la résistance du circuit et on obtient 10 inflammations consécutives. Le filament se brise ensuite sans allumer le grisou après une incandescence de quelques secondes.

TABLEAU IV. — **Lampes à filament de charbon E. W. de 4 volts et 0.45 ampère.**

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux: Vitesse	Courant grisouteux: Composition	Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance		Observations ● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.
	mèt.	%	V.	V. (avant rupture de l'ampoule)	A (avant rupture de l'ampoule)	W. (avant rupture de l'ampoule)		
51	5	9	6	4.00	0.45	1.80	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
52	5	9	6	4.00	0 45	1 80	○	Id.
53	5	9	6	4.40	0.50	2.20	○	Le filament brûle pendant 3 secondes sans allumer le grisou, avant de se briser.
54	5	9	6	4.60	0.50	2.30	○	Le filament brûle pendant 20 secondes sans allumer le grisou.
55	5	9	6	4.60	0.52	2.39	○	Le filament brûle pendant 35 secondes sans allumer le grisou.
56	5	9	6	5.00	0.55	2.75	●	Inflammation du grisou au bout de 7 secondes.
57	5	9	6	5.00	0.55	2.75	○	Rupture immédiate du fil sans inflammation du grisou.
58	5	9	6	5.20	0.60	3.12	●	Inflammation immédiate du grisou
59	5	9	6	5.20	0.60	3.12	○	Le filament brûle pendant 23 secondes sans allumer le grisou.

TABLEAU V. — **Lampes à filament de charbon Sussmann, de 4 volts et 0.53 ampère.**

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Expériences faite par M. l'Ingénieur principal Bolle.

Nos des essais	Courant grisouteux: Vitesse (mèt.)	Courant grisouteux: Composition (%)	Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs (V)	Voltage (V.) avant rupture de l'ampoule	Ampérage (A.) avant rupture de l'ampoule	Puissance (W.) avant rupture de l'ampoule	Résultats des essais	Observations ● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.
60	3	8	6	4.00	0.53	2.12	○	Le filament brûle pendant 95 secondes et s'éteint après une petite étincelle sans allumer le grisou.
61	3	8	6	4.00	0.52	2.08	○	Le filament brûle pendant 100 secondes et s'éteint sans allumer le grisou.
62	1	8	6	4.15	0.55	2.28	○	Le filament brûle pendant 40 secondes sans allumer le grisou ; l'intensité du courant était de 0 2 ampère au moment de a rupture du filament.
63	1	8	6	4.15	»	»	○	Le filament brûle pendant 30 secondes sans allumer le grisou.
64	1	8	6	4.20	0.57	2.39	○	Rupture immédiate du fil sans inflammation.
65	1	8	6	4.20	0.59	2.48	2 ●	2 inflammations successives; le pouvoir éclairant avant rupture était de 0.55 U. H correspondant à une consommation de 4.5 watts par U. H.
66	1	8	6	4.18	0.60	2.51	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
67	1	8	6	»	0.61	»	○	Id.
68	1	8	6	»	0.62	»	○	Id.
69	1	8	6	»	0.62	»	○	Id.
70	1	8	6	»	0.67	»	●	Inflammation immédiate après laquelle un courant continue à circuler dans le filament.
71	1	8	6	4.09	0.68	3.33	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
72	1	8	6	»	0.72	»	●	Inflammation immédiate du grisou.
73	1	8	6	»	0.80	»	●	Id.

TABLEAU VI. — **Lampes à filament de charbon de 4 volts et 0.46 ampère**

Ampoules brisées avant d'être introduites dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux: Vitesse mèt.	Courant grisouteux: Composition %	Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs V.	Avant rupture de l'ampoule: Voltage V.	Avant rupture de l'ampoule: Ampérage A.	Avant rupture de l'ampoule: Puissance W.	Après rupture de l'ampoule au début de l'essai: Voltage V.	Après rupture de l'ampoule au début de l'essai: Ampérage A.	Après rupture de l'ampoule au début de l'essai: Puissance W.	Résultats des essais	Observations (● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.)
74	3	8	6	4.00	0.46	1.84	4.40	0.40	1.76	○	La lampe éclaire faiblement et s'éteint par rupture du filament au bout de 180 secondes, en jetant un éclat plus vif à la fin de l'essai, mais sans allumer le grisou.
75	3	8	6	4.25	0.46	1.95	4.50	0.42	1.89	○	La lampe éclaire faiblement et s'éteint par rupture du filament au bout de 30 secondes sans allumer le grisou.
76	3	8	6	4.25	0.47	1.99	4.45	0.44	1.95	○	Extinction au bout de 60 secondes par rupture du filament, sans inflammation du grisou. Après 30 secondes le courant était de 4.65 volts et de 0.40 ampère.
77	3	8	6	5.00	0.57	2.85	»	»	»	●	Inflammation au bout de 5 secondes.
78	3	8	6	5.00	0.58	2.90	5.15	0.50	2.57	○	Extinction au bout de 10 secondes par rupture du filament, sans inflammation du grisou.
79	3	8	6	5.25	0.60	3.15	5.45	0.54	2.94	●	Inflammation au bout de 10 secondes au moment ou l'éclat de la lampe devient plus vif avant la rupture du filament.
80	3	8	6	5.25	0.60	3.15	5.60	0.54	3.02	○	Extinction au bout de 5 secondes sans inflammation du grisou.
81	3	8	6	5.25	0.58	3.04	5.40	0.54	2.91	●	Inflammation au bout de 10 secondes au moment ou l'éclat de la lampe devient plus vif avant la rupture du filament.
82	3	8	6	5.80	0.66	3.82	»	»	»	● 14●	Inflammation immédiate. Aussitôt après l'inflammation on ouvre le circuit, puis on le ferme à nouveau dès que le courant grisouteux est rétabli. On obtient ainsi 14 inflammations consécutives.

TABLEAU VII. — **Lampes à filament de charbon Sussmann, de 4 volts et 0.53 ampère.**

Ampoules brisées avant d'être introduites dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

(Expériences faites par M. l'Ingénieur principal Bolle).

Nos des essais	Courant grisouteux: Vitesse	Courant grisouteux: Composition	Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Pouvoir éclairant	Puissance par U. H.	Température du filament	Résultats des essais	Observations (● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.)
	mèt.	%	V.	V. (avant rupture de l'ampoule)	A. (avant rupture de l'ampoule)	W. (avant rupture de l'ampoule)	U.H. (avant rupture de l'ampoule)	W. (avant rupture de l'ampoule)	degrés (avant rupture de l'ampoule)		
83	3	8	6	5.64	0.84	4.74	»	»	»	●	Inflammation immédiate du grisou ; puis le filament brûle pendant 1 seconde.
84	1	10	6	»	0.80	»	»	»	»	4 ●	4 inflammations consécutives.
85	1	10	6	»	0.74	»	»	»	»	7 ●	7 » »
86	3	8	6	4.8	0 70	3.36	1.2	2.8	»	4 ●	4 » »
87	3	8	6	4.8	0.70	3.36	»	»	»	○ 18 ●	Le filament brûle ensuite un instant sans allumer le grisou. 18 inflammations consécutives.
88	1	8	6	4.6	0.70	3.22	»	»	»	6 ●	6 inflammations consécutives.
89	1	8	6	4.78	0 64	3.06	»	»	»	7 ●	7 » successives.
90	1	8	6	4.7	0.62	2.91	»	»	»	4 ●	4 » »
91	1	8	6	4.6	0.63	2.90	0.74	3.9	»	7 ●	7 » »
92	1	8	6	4.6	0.60	2.76	»	»	»	5 ●	5 » » après lesquels le filament n'est pas encore interrompu.
93	1	8	6	4.6	0.62	2.73	»	»	»	●	Inflammation après 5 secondes quand l'ampéremètre marque 0.58 ampère.

TABLEAU VII (*Suite*).

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Pouvoir éclairant	Puissance par U. H.	Température du filament	Résultats des essais	Observations ● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.
	Vitesse	Composition		V.	A.	W.	U.H.	W.	degrés		
	mèt.	%	V.	avant rupture de l'ampoule							
94	1	8	6	4.39	0.61	2.68	0.39	6.87	»	5 ●	5 inflammations ; la première après 8 secondes, les autres presque immédiatement.
95	1	8	6	4.37	0.60	2.62	0.56	4.7	»	4 ●	4 inflammations ; la première après 5 secondes, les autres presque immédiatement.
96	1	8	6	4.3	0.60	2.58	»	»	»	○	2 inflammations; la lampe brûle ensuite un instant sxns allumer le grisou.
97	1	8	6	4.26	0.60	2.56	»	»	»	●	Une inflammation après 6 secondes.
98	1	8	6	4.24	0.60	2.54	0.54	4.7	»	2 ●	2 inflammations ; la première 5 secondes, la seconde immédiatement.
99	1	8	6	4.20	0.60	2.52	»	»	»	4 ●	4 inflammations ; la première après 5 secondes, les autres immédiatement.
100	1	8	6	4.20	0.60	2.52	0.4	6.3	»	4 ●	4 inflammations; la première après quelques secondes, les autres immédiatement, puis le filament brûle encore un instant sans allumer le grisou.
101	1	8	6	4.20	0.60	2.52	0.3	8.4	»	5 ●	5 inflammations; la première après 6 secondes quand l'ampéremètre marque 0.4 ampère, les autres immédiatement.
102	1	8	6	4.2	0.60	2.52	»	»	»	2 ●	2 inflammations, la première après 5 secondes quand l'ampéremètre marque 0.52 ampère, la seconde immédiatement.

103	1	8	6	4.17	0.59	2.46	0.50	4.92	»	2 ●	2 inflammations successives ; la première après 6 secondes, la seconde immédiatement ; le filament n'est pas interrompu après ces inflammations.
104	1	8	6	4.16	0.58	2.41	»	»	»	3 ●	3 inflammations successives ; la première après 3 secondes alors que l'empéremètre marquait 0.54 ampère ; la seconde après 2 secondes (0.42 ampère) ; la troisième après 1 seconde (0 3 ampère)
105	1	8	6	4.20	0.57	2.39	»	»	»	○	Pas d'inflammation.
106	1	8	6	4.14	0.57	2.36	»	»	»	●	1 inflammation au bout de 8 secondes.
107	1	8	6	4.00	0.59	2 36	0.23	10.26	»	2 ●	2 inflammations successives ; la première après 12 secondes, la seconde immédiatement.
108	1	8	6	4.04	0.58	2.34	0.32	7.14	»	2 ●	2 inflammations ; la première après 7 secondes, la seconde immédiatement.
109	1	8	6	4.00	0.58	2.32	0.23	10.1	»	○	Le filament brûle pendant 48" sans allumer le grisou.
110	1	8	6	4.00	0.56	2.24	»	»	»	○	» » 25" »
111	1	8	6	3.82	0.54	2.06	»	»	»	○	» » 46" »
112	1	8	6	»	0.54	»	»	»	»	○	» » 45" »
113	1	8	6	3.84	0.54	2.07	»	»	»	○	» » 28" »
114	1	8	6	3.82	0.52	1.99	»	»	»	○	» » 33" » Après 20 secondes l'ampéremètre marque 0.4 ampère et après 33 secondes 0.15 ampère.
115	1	8	6	3.68	0 50	1.84	»	»	»	●	Le filament brûle pendant 180 secondes sans allumer le grisou.
116	1	8	6	3.58	0.48	1.72	»	»	»	●	Inflammation après 13 secondes alors que l'ampéremètre marquait 0.25 ampère.
117	1	8	6	3.50	0.42	1.47	»	»	»	●	Inflammation après 23 secondes alors que l'ampéremètre marquait 0.15 ampère.

TABLEAU VIII. — **Lampes n° 1 à filament métallique de 2 volts et 0.8 ampère.**

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux: Vitesse	Courant grisouteux: Composition	Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Pouvoir éclairant	Puissance par U. H.	Température du filament	Résultats des essais	Observations ● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.
	mèt.	%	V.	V.	A.	W.	U.H.	W.	degrés		
				avant rupture de l'ampoule							
118	1	8	4	2.00	0.81	1.62	0.64	2.53	1825	●	Inflammation immédiate du grisou, à la rupture de l'ampoule.
119	1	8	4	1.15	0.56	0.64	»	»	1495	●	Inflammation immédiate du grisou.
120	3	8	4	1.125	0.58	0.65	0 034	18.2	1520	● ●	Inflammation immédiate du grisou, après laquelle un courant de 0.775 volt et 0.66 ampère continue à passer dans le filament. Après 2 minutes, on pousse le courant à 1.275 volt et 0.9 ampère ce qui détermine une deuxième inflammation du grisou après 45 secondes.
121	3	8	4	1.05	0.54	0.57	»	»	1487	●	Inflammation immédiate du grisou après laquelle un courant continue à passer dans le filament pendant quelques secondes.
122	10	8	4	1.10	0.54	0.59	»	»	1515	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
123	10	8	4	1.05	0.54	0.58	»	»	1516	●	Inflammation immédiate du grisou, après laquelle un courant de 0.65 volt et 0.60 ampère continue à passer dans le filament qui n'éclaire plus.
124	1	8	4	1.01	0.52	0.525	»	»	1420	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.

125	1	8	4	1.00	0.56	0.56	»	»	1410	● ●	Inflammation immédiate du grisou, après laquelle un courant de 0.83 volt et de 0.6 ampère continue à passer dans le filament qui n'éclaire plus. Après ¾ d'heure on pousse le voltage a un volt, ce qui détermine une deuxième inflammation.
126	1	8	4	1.00	0.50	0.50	»	»	1355	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
127	1	8	4	1.00	0.50	0.50	»	»	1330	○	id.
128	1	8	4	1.00	0.50	0.50	»	»	1240	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule ; un courant de 0.65 volt et 0.56 ampère continue à passer dans le filament qui n'éclaire plus. En poussant le courant à 0.95 ampère le filament commence à rougir, son éclat augmente alors presqu'instantanément et il se brise sans allumer le grisou.
129	3	8	4	0.975	0.48	0.47	»	»	1418	○ ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant de 0.55 volt et 0.56 ampère continue à passer dans le filament. Après 2 minutes on pousse le courant à 1.10 volt et 0.90 ampère et après 5 minutes à 1.5 volt et 1 ampère. Il s'élève alors de lui même à 1 57 volt et 0.96 ampère en 3 minutes et à 1.60 volt et 0.95 ampère au bout de 4 minutes. Après 5 minutes on pousse le courant à 1 ampère ce qui détermine une inflammation du grisou.
130	1	8	4	0.95	0.56	0.53	»	»	1330	○ ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule Un courant de 0 58 volt et 0.58 ampère continue à passer dans le filament, mais celui-ci n'éclaire plus. Après 5 minutes le courant est poussé à 1.25 volt et 0.92 ampère Il passe alors de lui même à 1.35 volt et 0.88 ampère après 3 minutes, à 1.45 volt et 0 84 ampère après 5 minutes, à 1.55 volt et 0 80 ampère après 6.5 minutes. Une inflammation de grisou se produit après 7 minutes.
131	0.50	8	4	0.925	0.50	0.46	»	»	1310	○ ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule ; un courant de 0.60 volt et 0.53 ampère continue à passer dans le filament qui n'éclaire plus. Après 2 minutes on porte le courant à 1 5 volt et 0.92 ampère ; il passe alors de lui même à 1.6 volt et 0 88 ampère en 1 minute, à 1.75 volt et 0.82 ampère en 2 minutes et une inflammation de grisou se produit après 130 secondes.

TABLEAU IX. — **Lampes n° 2 à filament métallique de 4 volts et 0.4 ampère.**

Ampoules brisées dans l'apppareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux: Vitesse	Courant grisouteux: Composition	Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Pouvoir éclairant	Puissance par U. H.	Température du filament	Résultats des essais	Observations ● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.
	mèt.	%	V.	V.	A.	W.	U.H.	W.	degrés		
				avant rupture de l'ampoule							
132	1	8	6	5.50	0.496	2.73	1.10	2 48	2000	●	Inflammation immédiate du grisou au moment de la rupture de l'ampoule.
133	1	8	6	4.50	0.45	2.02	0.88	2.30	1900	●	Inflammation immédiate du grisou.
135	1	8	6	4.00	0.40	1.60	0.38	4.21	1730	●	Inflamma ion immédiate du grisou.

TABLEAU X. — **Lampes à filament métallique E. C. de 4 volts et 0.4 ampère.**

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition		V.	A.	W.		● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.
	mèt.	%	V	avant rupture de l'ampoule				
135	5	8	4	3.90	0.40	»	●	Inflammation immédiate du grisou.
136	5	9	4	3.90	0 40	»	●	Inflammation immédiate du grisou.
137	5	8	4	3 40	0.33	»	○	Extinction immédiate sans inflammation du grisou.
138	5	8	4	3.40	0.33	»	●	Inflammation immédiate du grisou
139	5	8	4	2.60	0.30	»	○	Extinction presque immédiate sans inflammation du grisou. La lampe en s'éteignant jette une lumière plus vive.
140	5	8	4	2.60	0.30	»	○	Mêmes constatations que pour l'essai 139.
141	5	8	4	2.60	0.30	»	○	Mêmes constatations que pour les essais 139 et 140.

TABLEAU XI. — **Lampe à filament métallique E. C, de 2 volts et 0.8 ampère.**

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition		V.	A.	W.		● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.
	mèt.	%	V	avant rupture de l'ampoule				
142	5	9	4	2.00	0.80	»	●	Inflammation immédiate ; la lampe continue à être traversée par un courant de 2 volts et de 0.8 ampère, mais elle n'éclaire plus ; une deuxième inflammation se produit au bout de 80 secondes.
143	5	9	4	2.00	0.80	»	●	Inflammation immédiate.
144	5	9	4	2.00	0.70	»	○	Extinction immédiate sans inflammation du grisou.
145	5	9	2	1.80	0.70	»	○	Extinction immédiate sans inflammation du grisou.
146	5	9	2	1.80	0.70	»	●	Inflammation immédiate.
147	5	9	2	1.45	0.60	»	●	Inflammation immédiate.
148	5	9	2	1.40	0.60	»	○	Extinction immédiate sans inflammation
149	5	9	2	1 20	0.50	»	○	id.
150	5	9	2	1 10	0.50	»	○	id.

TABLEAU XII. — **Lampes à filament métallique A. E. G. de 2 volts et 1.5 ampère.**

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux: Vitesse (mèt.)	Courant grisouteux: Composition (%)	Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs (V.)	Voltage (V) avant rupture de l'ampoule	Ampérage (A.) avant rupture de l'ampoule	Puissance (W.) avant rupture de l'ampoule	Pouvoir éclairant (U.H.) avant rupture de l'ampoule	Puissance par U. H. (W.) avant rupture de l'ampoule	Température du filament (degrés) avant rupture de l'ampoule	Résultats des essais	Observations (● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.)
151	1	8	4	0.95	1.07	1.02	0.02	»	1440	○	Pas d'inflammation. Après rupture de l'ampoule un courant de 0.55 volts et 1.24 ampère continue à passer dans le filament.
152	1	8	4	1.05	1.12	1.18	»	»	1450	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
153	1	8	4	1.52	1.30	1.98	0.41	4.8	2025	○	Id. id.
154	1	8	4	2 00	1.50	3.00	2.25	1.33	2340	○	Id. id.
155	1	8	4	2.00	1 50	3.00	2.1	1.43	2345	○	Id. id.
156	1	8	4	2.40	1.90	4.56	»	»	3090	●	Inflammation du grisou presque immédiate.
157	1	8	6	2.25	1.70	3.82	3.0	1.27	2842	●	Inflammation immédiate du grisou.
158	1	8	4	2.15	1.60	3.44	2.4	1.43	2505	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
159	1	8	4	2.25	1.62	3.64	3.0	1.21	2572	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
160	1	8	4	2.10	1.69	3.54	»	»	2675	○	Id. id.
161	1	8	4	2.67	1.82	4.86	4.52	1.07	3.00	○	Id. id.

TABLEAU XII (*Suite*).

Nos des essais	Courant grisouteux: Vitesse (mèt.)	Courant grisouteux: Composition (%)	Force électro motrice de la batterie d'accumulateurs (V)	Voltage (V.)	Ampérage (A.)	Puissance (W.)	Pouvoir éclairant (U. H.)	Puissance par U. H. (W.)	Température du filament (degrés)	Résultats des essais	Observations ● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.
				avant rupture de l'ampoule							
162	1	8	2	»	»	»	2.70	»	2570	●	L'ampoule est montée sur une lampe Susmann. Inflammation immédiate du grisou
163	1	8	4	1.70	1.30	2.21	0.92	2.40	2130	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
164	1	8	4	1.80	1.34	2.41	»	»	2300	○	Id. id.
165	1	8	4	1.62	1.30	2.10	»	»	2200	○	Pas d'inflammation du grisou. Après rupture de l'ampoule un courant de 1.54 volt et 1.54 ampère passe dans le filament qui reste obscur. Pendant 7 secondes le courant oscille de 1.4 à 1.55 volt et de 1.32 à 1.54 ampère, puis le filament se brise sans allumer le grisou.
166	1	8	4	1.62	1.30	2.10	»	»	2265	○ ●	Pas d'inflammation du grisou Après rupture de l'ampoule un courant oscillant de 1.6 à 1.8 volt et de 1.26 à 1.30 ampère passe dans le filament qui n'éclaire plus. On augmente alors le courant, ce qui produit l'inflammation du grisou.
167	1	8	4	1.85	1.26	2.33	»	»	2480	○	Rupture presque immédiate du fil sans inflammation du grisou.
168	1	8	4	1.55	1.43	2.22	»	»	2475	○	Id.
169	1	8	4	1.80	1.56	2.80	1.33	2.10	2540	●	Inflammation du grisou après un temps appréciable, peut-être d'une seconde, pendant lequel l'intensité du courant allait en diminuant.
170	1	8	4	1.55	1.56	2.41	»	»	2315	●	Id.

TABLEAU XIII. — **Lampe à filament métallique Zircon Wolfram, de 4 volts.**

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux: Vitesse	Courant grisouteux: Composition	Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Pouvoir éclairant	Puissance par U. H.	Température du filament	Résultats des essais	Observations ● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.
	mèt.	%	V.	V (avant rupture de l'ampoule)	A. (avant rupture de l'ampoule)	W. (avant rupture de l'ampoule)	U.H. (avant rupture de l'ampoule)	W. (avant rupture de l'ampoule)	degrés (avant rupture de l'ampoule)		
171	1	8	6	4.00	1.23	4.92	4.73	1.04	2475	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
172	1	8	6	4.34	1 30	5.61	5 71	0.97	2530	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
173	1	8	6	4.35	1 30	5.61	4.30	1 30	2450	3 ●	Inflammation immédiate du grisou. Après rupture de l'ampoule un courant continue à passer dans le filament. On l'interrompt immédiatement après l'inflammation, puis on le rétablit sans modifier la résistance du circuit, ce qui détermine une 2e inflammation du grisou. En répétant cette opération on obtient encore une 3e inflammation.
174	1	8	6	3.60	1.14	4.10	2.30	1.78	2150	5 ●	Inflammation immédiate du grisou. En opérant ensuite comme pour l'essai 173 mais en diminuant la résistance du circuit on obtient encore 4 infl.
175	1	8	6	2.75	1.00	2.75	0.80	3.41	1900	○	Pas d inflammation. Après rupture de l'ampoule un courant plus intense circule dans le filament. En diminuant la résistance du circuit on n'obtient pas d'inflammation. On constate que les fragments de l'ampoule sont restés en contact.
176	1	8	6	2.25	0.94	2.11	0.45	4.70	1875	○ 4 ●	Pas d'inflammation au moment de la rupture de l'ampoule. Un courant continue à passer dans le filament. On supprime le courant puis on le rétablit après avoir diminué la résistance du circuit, ce qui détermine une inflammation du grisou. En supprimant le courant après chaque inflammation et en le rétablissant aussitôt après on obtient 4 inflammations consécutives du grisou.
177	1	8	6	2.40	0.90	2.11	»	»	1870	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
178	1	8	6	2.65	1.00	2.65	0.73	3.63	1825	○ 4 ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule En opérant ensuite comme pour l'essai 176 on obtient 4 inflammations consécutives du grisou.
179	1	8	6	3.20	1.04	3.33	1.60	2.10	2100	○ 6 ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. En opérant ensuite comme pour l'essai 176, on obtient 6 inflammations consécutives du grisou.

TABLEAU XIV. — **Lampes à filament métallique A. E. G. — 4 volts.**

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux: Vitesse	Courant grisouteux: Composition	Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage (avant rupture de l'ampoule)	Ampérage (avant rupture de l'ampoule)	Puissance (avant rupture de l'ampoule)	Pouvoir éclairant (avant rupture de l'ampoule)	Puissance par U. H. (avant rupture de l'ampoule)	Température du filament (avant rupture de l'ampoule)	Résultats des essais	Observations ● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou
	mèt.	%	V.	V.	A.	W.	U.H.	W.	degrés		
180	1	8	6	4.65	1.30	6.04	6.90	0.88	2830	●	Inflammation du grisou avec un retard appréciable.
181	1	8	6	4.55	1.30	5.91	6.30	0.94	2835	○	Pas d'inflammation. La rupture du filament se fait après un temps apppéciable.
182	1	8	6	4.05	1.12	4.53	3.65	1.73	2450	●	Inflammation immédiate du grisou après laquelle un courant continue à passer dans le filament pendant un temps appréciable.
183	1	8	6	3.67	1.04	3.81	2.15	1.74	2315	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
184	1	8	6	3.55	1.18	4.19	»	»	2380	○ 2 ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant continue à passer dans le filament. On diminue la résistance du circuit et on obtient 2 inflammations consécutives.
185	1	8	6	3.45	1.02	3.52	2.10	1.67	2190	○ 4 ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule ; un courant continue à passer dans le filament. On diminue la résistance du circuit et on obtient 4 inflammations consécutives.
186	1	8	6	3.35	1.08	3.62	2.35	1.54	2420	● ●	Inflammation immédiate du grisou, après laquelle un courant continue à passer dans le filament. On diminue la résistance du circuit et on obtient une deuxième inflammation.

187	1	8	6	3.02	1.06	3.20	1.70	1.88	2350	○ ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant de 2.25 volts et 1.40 ampère continue à passer dans le filament On le pousse à 1.48 ampère ce qui détermine l'inflammation du grisou.
188	1	8	6	3.00	1.07	3.21	1.90	1.69	2345	○ ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant de 1.3 ampère continue à passer dans le filament. On a gmente l'intensité du courant ce qui détermine l'inflammation du grisou.
189	1	8	6	3.00	1.00	3.00	1.08	2.77	2075	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation du grisou.
190	1	8	6	2.95	1.06	3.12	»	»	2320	○ ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant continue à passer dans le filament. On diminue la résistance du circuit et on obtient une inflammation.
191	1	8	6	3.55	1.18	4.19	2.00	2.10	2265	○	Pas d'inflammation du grisou à la rupture de l'ampoule. La rupture du filament se fait après un temps appréciable, peut-être une seconde.
192	1	8	6	2.95	1.02	3.00	1.35	2.22	2175	○	Rupture immédiate du filament sans inflammation.
193	1	8	6	2.95	1.04	3.07	1.25	2.45	2120	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant de 2.25 volts et 1.4 ampère continue à passer dans le filament qui éclaire encore faiblement. Le filament se brise au bout de quelques secondes sans allumer le grisou.
194	1	8	6	2.95	1.01	2.98	1.70	1.75	2200	○ ●	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant continue à passer dans le filament. On diminue la résistance du circuit et on obtient une inflammation.
195	1	8	6	2.90	1.02	2.96	»	»	2150	○	Pas d'inflammation à la rupture de l'ampoule. Un courant de 2 volts et 1.3 ampère continue à passer dans le filament qui se brise après quelques instants sans allumer le grisou.
196	1	8	6	2.90	1.04	3.12	0.80	3.90	1970	○	Pas d'inflammation. Après rupture de l'ampoule le courant monte à 1.4 ampère. Le filament se brise sans inflammation au bout de 60 secondes.

TABLEAU XV. — **Lampes à « Filament spécial » métallique de 4 volts et 0.4 ampère.**

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

(Expériences faites par M. l'Ingénieur principal Bolle).

Nos des essais	Courant grisouteux: Vitesse	Courant grisouteux: Compositi n	Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage (avant rupture de l'ampoule)	Ampérage (avant rupture de l'ampoule)	Puissance (avant rupture de l'ampoule)	Résultats des essais	Observations ● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.
	mèt.	%	V.	V.	A.	W.		
197	1	8	»	4.04	0.42	1.70	●	Inflammation immédiate du grisou.
198	1	8	»	3.84	0.40	1.54	○	Pas d'inflammation du grisou; le fil fond au bout d'une seconde.
199	1	8	»	3.84	0.40	1.54	●	Inflammation du grisou au bout d'une seconde.
200	1	8	»	3.84	0.38	1.46	●	Inflammation du grisou au bout d'une seconde.
201	1	8	»	4.10	0.41	1.68	○	L'ampoule est montée directement sur une lampe Sussmann. Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
202	1	8	»	4.10	0.31	1.68	○	L'ampoule est montée directement sur une lampe Sussmann. Le filament brûle 3 secondes, puis s'éteint sans allumer le grisou. L'ampoule ne présentait qu'une ouverture de 3 millimètres de diamètre masquée par une des machoires de l'étau.
203	1	8	»	4.10	0.40	1.64	○	Le filament est brisé en même temps que l'ampoule.
204	1	8	»	4.10	0.40	1.64	●	Inflammation immédiate du grisou. L'ampoule est montée directement sur une lampe Sussmann.
205	1	8	»	4.10	0.40	1.64	●	Inflammation immédiate du grisou. L'ampoule était montée directement sur une lampe Sussmann.
206	1	8	»	4.10	0.39	1.60	●	La lampe est montée directement sur une lampe Sussmann. Inflammation immédiate du grisou.
207	1	8	»	4.00	0.40	1.60	●	La lampe est montée directement sur une lampe Sussmann. Inflammation immédiate du grisou.
208	1	8	»	4.00	0.39	1.56	●	La lampe est montée directement sur une lampe Sussmann. Inflammation immédiate du grisou.

TABLEAU XVI. — **Lampes à filaments métalliques.**

Ampoules brisées dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

(Expériences faites par M. l'Ingénieur principal BOLLE).

Nos des essais	Courant grisouteux: Vitesse	Courant grisouteux: Composition	Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage (avant rupture de l'ampoule)	Ampérage (avant rupture de l'ampoule)	Puissance (avant rupture de l'ampoule)	Résultats des essais	Observations: ● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.
	mèt.	%	V.	V.	A.	W.		
Lampes E. C. de 4 volts et 0.4 ampère.								
209	3	8	»	4.00	0.40	1.60	●	Inflammation immédiate du grisou.
Lampes E. C. de 2 volts et 0.7 ampère.								
210	3	1	»	1.94	0.70	1.36	●	Inflammation immédiate du grisou.
211	3	1	»	1 10	0.50	0.55	●	Inflammation du grisou. A cette intensité le filament éclaire peu.
212	3	1	»	1.10	0.50	0.55	○	Le filament se brise en même temps que l'ampoule.
Lampes E. C. de 2 volts et 0.8 ampère.								
213	3	8	»	1.94	0.70	1.36	●	Inflammation immédiate du grisou.
Lampes E. C. à 2 filaments, 2 volts, 1.2 ampère.								
214	3	1	»	1.99	1.15	3.08	●	Inflammation immédiate du grisou.

TABLEAU XVII. — **Lampes à filament métallique E. C. de 4 volts et 0.4 ampère.**

Ampoules ouvertes avant d'être introduites dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux: Vitesse	Courant grisouteux: Composition	Force électro motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Pouvoir éclairant	Puissance par U. H.	Température du filament	Résultats des essais	Observations
	mèt.	%	V	V.	A.	W.	U. H.	W.	degres		● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.
				avant rupture de l'ampoule							
215	3	8	4	3.50	0.35	»	2.80	»	»	●	Le filament rougit faiblement. Inflammation après quelques instants quand le voltage qui s'élève rapidement atteint 3.5 volts.
216	5	8	4	3.50	0 35	»	2.60	0.50	»	●	Inflammation après quelques instants.
217	5	8	4	3.50	0.35	»	2.60	0.50	»	●	Inflammation au bout de 170 secondes.
218	5	8	4	3.50	0.35	»	3.20	0.40	»	●	Le filament rougit faiblement sur une partie de sa longueur; au bout de 90 secondes cette partie du filament devient vivement incandescente et allume le grisou.
219	5	8	4	3.50	0.35	»	2.80	»	»	●	Le filament rougit faiblement en un point, puis en un deuxième; au bout de 60 secondes une vive incandescence se produit en un de ces points et le grisou s'allume.
220	10	8	4	3.50	0.35	»	2.4	0.55	»	○	Extinction au bout de 360 secondes sans inflammation du grisou.
221	5	8	6	4.00	0.40	»	3.1	»	»	○	Le filament rougit faiblement; au bout de 140 secondes il se brise sans allumer le grisou; le voltage était en ce moment de 3.6 volts.
222	5	8	6	4.00	0.40	»	3.4	»	»	●	Le filament rougit faiblement; vive incandescence et inflammation du grisou au bout de 40 secondes. Le voltage en ce moment atteignait 3.8 volts.
223	10	8	6	4.00	0.40	»	3.15	0.55	»	○	Le filament rougit faiblement; il se brise sans allumer le grisou, au bout de 80 secondes.
224	10	8	6	4.00	0.40	»	3.10	0.60	»	●	Le filament reste obscur; au bout de 60 secondes le voltage atteint 3.2 volts et le filament rougit faiblement; inflammation du grisou au bout de 120 secondes.

TABLEAU XVIII. — **Lampes à filament métallique de 4 volts et 1 ampère.**

Ampoules brisees avant d'être introduites dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux: Vitesse	Courant grisouteux: Composition	Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage (avant rupture de l'ampoule)	Ampérage (avant rupture de l'ampoule)	Puissance (avant rupture de l'ampoule)	Température du filament (avant rupture de l'ampoule)	Résultats des essais	Observations ● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.
	mèt.	%	V.	V.	A.	W.			
225	1	8	6	5.30	1.24	7.07	2615	3 ●	3 inflammations consécutives du grisou.
226	1	8	6	5.70	1.26	7.18	2580	4 ●	4 inflammations consécutives du grisou
227	1	8	6	4.75	1.10	5.22	2500	9 ●	9 inflammations consécutives du grisou, puis le filament se brise sans plus allumer le mélange explosible.
228	1	8	6	4.50	1.06	4.77	2350	10 ●	10 inflammations consécutives du grisou.
229	1	8	6	4.20	1.06	4.45	2450	14 ●	14 inflammations consécutives du grisou, puis le filament se brise sans plus allumer le mélange explosible.
230	1	8	6	4.00	1.02	4.08	2300	●	Inflammation du grisou au bout de 25 secondes. Le filament éclaire faiblement ; sa température s'élève peu à peu.
231	1	8	4	3.70	1.00	3.70	2200	2 ● ○	Une inflammation retardée, suivie d'une inflammation immédiate, puis le filament se brise sans plus allumer le grisou.
232	1	8	4	3.70	1.00	3.70	2150	14 ●	14 inflammations consécutives du grisou.
233	1	8	4	3.50	0.98	3.43	2100	○	Inflammation du grisou au bout de 15 secondes.
234	1	8	4	3.00	0.90	2.70	2000	○	La température du filament s'élève peu à peu ; le filament se brise au bout de 45 secondes sans allumer le grisou.
235	1	8	4	3.25	0.90	2.92	2000	○	Un courant de 2.35 volts et de 1.32 ampère passe dans le filament, qui éclaire faiblement. Au bout de 60 secondes le courant est de 2.10 volts et de 1.30 ampère. Le filament se brise sans inflammation du grisou au bout de 3 minutes.

TABLEAU XIX. — **Lampes à filaments métalliques.**

Ampoules brisées avant d'être introduites dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

(Expériences faites par M. l'Ingénieur principal Bolle).

Observations : ● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.

Nos des essais	Courant grisouteux — Vitesse (mèt.)	Courant grisouteux — Composition (%)	Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs (V.)	Voltage (V.) avant rupture de l'ampoule	Ampérage (A.) avant rupture de l'ampoule	Puissance (W.) avant rupture de l'ampoule	Résultats des essais	Observations
Lampes à filament métallique Osram, de 2 volts.								
236	1	8	»	1.8	0.96	1.73	○	Le filament se brise au bout de 5 secondes sans allumer le grisou.
237	1	8	»	1.9	1.02	1.94	○	Id. 7 id.
238	1	8	»	1.9	1.02	1.94	3 ● ○	Inflammation immédiate, suivie de deux autres inflammations. Quand le circuit est fermé pour la quatrième fois une étincelle se produit sans inflammation
239	1	8	»	1.9	1.04	1.97	4 ●	4 inflammations consécutives. Le pouvoir éclairant de la lampe avant rupture de l'ampoule était de 0.46 U. H. correspondant à une consommation de 4.31 watts par U. H.
Lampes à « filament spécial » métallique, de 4 volts.								
240	1	8	»	4.10	0.40	1.68	●	Inflammation immédiate du grisou.
241	1	8	»	4.10	0.40	1.68	●	Id.
242	1	8	»	3.80	0.40	1.52	●	Inflammation au bout d'une seconde.
243	1	8	»	3.70	0.40	1.48	2 ●	2 inflammations immédiates du grisou.
244	1	8	»	3.65	0.38	1.39	● ○	Inflammation immédiate du grisou. Quand le circuit est fermé pour la deuxième fois, une étincelle se produit sans inflammation du grisou.
Lampes E. C. de 2 volts et 0.7 ampère.								
245	3	8	»	1.45	0.60	0.87	●	Inflammation immédiate du grisou.
246	3	8	»	1.33	0.60	0.80	●	Id.
247	3	8	»	1 20	0.60	0.72	○	Pas d'inflammation du grisou.
248	8	8	»	1.05	0.50	0.52	●	Inflammation immédiate du grisou, après laquelle un courant de 0.4 ampère passe encore dans le filament

TABLEAU XX. — **Lampes à filaments métalliques.**

Ampoules brisées avant d'être introduites dans l'appareil d'essai des lampes de sûreté.

Nos des essais	Courant grisouteux		Force électro-motrice de la batterie d'accumulateurs	Voltage	Ampérage	Puissance	Résultats des essais	Observations
	Vitesse	Composition		V.	A.	W.		● Inflammation du grisou. ○ Pas d'inflammation du grisou.
	mèt.	%	V	avant rupture de l'ampoule				
Lampes E. C. de 2 volts et 0.8 ampère.								
249	5	9	4	2.00	0.80	1.60	●	Le filament n'éclaire pas; le voltmètre marque 1.4 volt et l'ampèremètre 1 ampère. Après 15 minutes on élève le voltage à 2.5 volts; l'intensité du courant est de 1.2 ampère. Le grisou s'allume au bout de quelques secondes.
250	5	9	4	2.65	0.90	2.38	●	Un courant de 1.2 ampère sous 2.2 volts passe dans le filament, qui éclaire faiblement en deux points. Le voltage s'élève lentement, tandis que l'ampérage diminue et le grisou s'allume au bout de 80 secondes.
Lampes Osmium de 2 volts et 1 ampère.								
251	5	8	4	2.00	1.00	2.00	●	Inflammation immédiate du grisou.

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

SOMMAIRE DE LA 2e LIVRAISON, TOME XVI

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERS ET DU GRISOU

EXTRAITS DE RAPPORTS ADMINISTRATIFS

1er SEMESTRE 1910

LE BASSIN HOUILLER DU NORD DE LA BELGIQUE

(Mémoires, notes et documents.)

NOTES DIVERSES

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

Police des mines :

Appareils à vapeur :

STATISTIQUE

